



# 技報

TWI-WORLD CENTRE FOR MATERIALS JOINING TECHNOLOGY

## 第7回 国際摩擦攪拌溶接シンポジウム 淡路島

第7回 国際摩擦攪拌溶接シンポジウムが、2008年5月20～22日、神戸の西にある淡路島の淡路夢舞台で開催されました。

このイベントには17カ国から170人の参加者が集まりました。専用のコンファレンスセンターと宿泊設備が備えられているため、会場はあらゆる面から見てすばらしいものでした。コンファレンスセンターには、すべての参加国の国旗を掲げて歓迎の意を表していただきました。

本イベントは大成功に終わりました。摩擦攪拌溶接をテーマとした口頭発表が81件、展示発表が15件におよび、摩擦攪拌溶接専門イベントに提出された論文数としては過去最大となりました。数多くの新改良型とともに、小さいながらも貴重な進展が多く報告されました。この会議では日本語と英語の同時通訳が提供され、多くの参加者に喜ばれると共に議論の活発化に貢献しました。

2つ目の写真は、過去に開催された7回のシンポジウムすべてに参加した4人の方々と、オーガナイザーのフィル・スレッジル（6回のシンポジウムに参加）です。左から、ホルヘ・ドス・サントス氏（GKSS、ドイツ）、フランソワ・マリー氏（EADS、フランス）、フィル・スレッジル氏、熊谷 正樹氏（住友軽金属工業、日本）、ケビン・コリガン氏（Concurrent Technologies Corporation, USA）です。多数の方々は、5または6回のシンポジウムに出席しました。

本シンポジウムは、通常通りフィル・スレッジルとレイチェル・ウォールによって組織されました。ただし、フィルはこの会議を最後に担当を退き、ジョナサン・マーティンが後任となります。



第8回シンポジウムは、GKSSをローカルパートナーとして、2010年にドイツで開催されます。本書の執筆段階では詳細はまだ決定していませんが、まもなく発表される予定です。

## 日本での成功

静岡で11月に開催された技能オリンピック「WorldSkills」のスキル10「溶接」に英国代表として出場したスチュアート・グリーアが、25カ国の代表者と技を競い合った結果、見事取組賞を獲得しました。

スチュアートは、Doosan Babcock Energy社に勤務しています。2006年にSkillWELD大会に参加し、SkillWELDによってUKSkillsチームに指名されました。Worldskills参加準備の一環として、アイルランドとカンザスで開催された競技に参加しました。Doosan Babcock Tipton社のケビン・ジョーンズ、Air Products社のガレス・ライト、TWIのマーティン・ダーソーとステイヴ・スリーブ、英国の2005年Worldskillsヘルシンキ大会溶接部門競技者のガレス・リースから受けた研修によって好成績を取める足がかりを得ました。

選手育成とトレーニングを担当しているTWI溶接技師教育担当課長、UKSkillsの溶接エキスパートであるコリン・アイリーンズによると、「スチュアートの成功をうれしく思います。彼には賞を受けるに値する能力があります。UKSkillsチームに入るために非常にながらばっていましたし、非常にレベルの高いWorldskills大会でとてもいい成績を残しました。」



日本で開催された技能オリンピック「WorldSkills」大会の溶接部門で競うスチュアート・グリーア

## 時間を戻す - ブルーバードの復活

世界記録更新の象徴であるスピードボート「ブルーバード」が、まもなく水上に戻ります。TWIもこのプロジェクトの一翼を担いました。

1967年に冒険家のドナルド・キャンベルが世界水速記録である時速300マイルに挑戦した結果、水上飛行機が転覆してコニストン湖に沈み、キャンベルは命を落としました。キャンベルの遺体と、折れ曲がり腐食したブルーバードK7の残骸は2001年3月に引き上げられました。

ランカシャーのPDS Engineeringの監督の下、TWIは、水上飛行機の三角形をしたスペースフレームのメインシャーシに過去の栄光を取り戻すために協力しました。「残骸はコニストン湖の底の泥とシルトから著しく良い状態で救い出されました。」と、PDSの技術ディレクター、クリス・ウッドコック氏。「しかし、一部は穿孔がひどい状態で、事故により機首は完全に折れてしていました。」

ウッドコック氏はまた、「これは改造であり、再建造ではありません」と主張します。「できる部分では、すでに確立されている航空機復元技術に合わせて元の材料をそのまま使用しました。言い換えると、ひどく腐食された箇所については多くの場合元の材料を切り抜いて捨てずにそのまま、パッチを使用して修繕しています。」

1954年に建造されたスペースフレームは2インチ四方のボックス型をしたT59グレード航空仕様材で作られました。復元作業に必要な元のグレードと同じ材料が手に入らなかったため、冶金的に最も相応しいT60を採用せざるを得ませんでした。「ブルーバードの建造当時以降、溶接法はかなり洗練されました。」とウッドコック氏。

「1950年代には、酸素アセチレン・ガスプロセスを使用して溶接が行われていましたが、それ以降はタングステン・イナートガスアーク溶接プロセスが発明・開発されました。」



まもなく完成 - ブルーバードの復元されたスペースフレーム・シャーシを検分するコリン・アイリーンズ

このタングステン・イナートガスアーク溶接が、溶接の大部分を担当したTWIの主席溶接インストラクター、コリン・アイリーンズが選んだ工程でした。「現在は、EN1668 W 46 2 W4Mo基準に準拠するために適合性のある溶接ワイヤーが使用されます。」ひどく腐食して損傷している箇所の再結合を成功させるには、溶接前の材料準備と清浄が基礎でした。歪みを最小限に抑え、復元されたフレームの残留応力を最小限まで削減させるために複数の溶接技術がバランス良く採用されました。

ブルーバードの残りの部分であるエンジンとボディーワークは、プロジェクトの主導者ビル・スミスの監督の下、ニューキャッスルのタインマウスに位置する第2の作業場で復元されています。ボディーはアルミ板でできており、シャーシとアルミ板の間で破壊的電解作用がいくつかの箇所で発生していました。メトロポリタン=ヴィッカーズ製『ベリル』ターボジェットエンジンの大部分はマグネシウムであり、湖底に沈んでいた間は流電陽極として作用していました。

キャンベルは、K7ブルーバードに乗って、1955年から1964年の間に7つの世界水上速度記録を樹立しました。最初の記録は、1955年7月23日、アルズウォーター湖で達成した203mph (325 km/h) です。その後何回も記録を塗り替えた後、1964年12月31日、西オーストラリアのダンプルヤング湖で276.33 mphという最高記録に達しました。

## フェーズドアレー研修コース

NDTの世界では、フェーズドアレー技術は検査の大きな進歩として推進されています。

この技術は、可動部なしの高速電子スキャン、ビーム特性をソフトウェア制御することによる検査機能の向上、単一の電子制御プローブを使用した複数の角度からの検査、数多くの設定 (P/E、T/R、TOFD、タンデム)、複雑な形状を検査できる柔軟性の向上 (最適なフォーカシング、最適なビーム角) などを提供します。

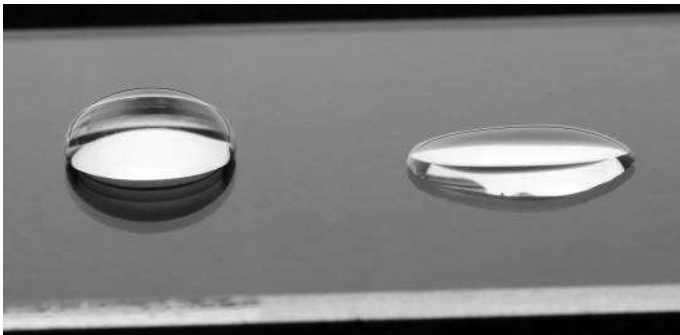
フェーズドアレーは、原材料生産、航空機、海軍、電力発電、石油化学、そして現在パルスエコー試験を適用しているその他あらゆる用途など、多くの用途で使用できます。

TWIの新形式フェーズドアレー研修と試験パッケージはTWIグラントパークに位置するアドバンスドNDTトレーニングセンター・オブ・エクセレンスで実施されており、他社に比べて低価格で提供されています。2008年は、年間を通してコースの開催が毎月予定されています。また、クライアントのニーズに合わせ、必要に応じて英国各地およびオンサイトで研修を提供することも可能です。詳細について、または参加申し込みをご希望される方は、+44 (0)223 899000までお電話いただくか、ウェブサイト [www.twitraining.com](http://www.twitraining.com) をご覧ください。

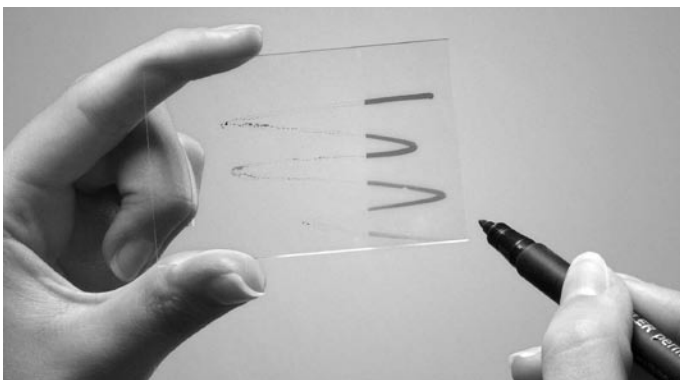
## Vitolane™樹脂を利用した新しい高性能皮膜

TWIは、Vitolane ([www.vitolane.com](http://www.vitolane.com)) と呼ばれるシルセスキオキサンを安価に製造する方法を新しく開発しました。この材料は、ポリマーと金属に透明で「ガラスのような」皮膜の基礎を形成し、以下のような特別な特性を与えることができます。

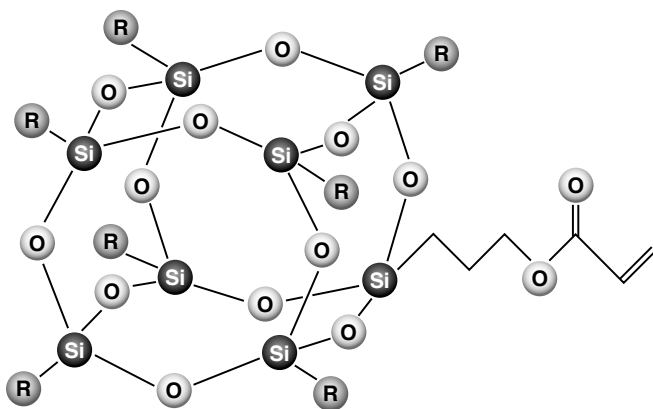
- 優れた耐摩耗性
- 防曇性
- 非粘着性
- 耐食性
- イージークリーン



異なる表面エネルギーを持つ表面上の水滴 - 左の水滴は非粘着性でイージークリーンの表面に落とされている



異なる表面エネルギーを持つ表面をペンで塗った場合 - 左の表面は非粘着性のイージークリーン表面



シルセスキオキサン分子の1形状。表示「R」は1つの部位に1個のアクリレート配位子が入っている化学官能基の部位を示しています。

Vitolaneは特別な用途のニーズに合わせて化学的に調整可能であり、用途は皮膜だけに制限されません。たとえば、接着剤の性能を改善するために使用できます。特許権保護は申請済みで、TWIは自動車、航空宇宙、石油、ガス分野を含む数多くの業界のお客様とともに用途を開発しています。本技術に興味をお持ちのメンバー企業の方は、アレック・グンナー (alec.gunner@twi.co.uk) まで詳細をお問い合わせください。



## マレーシアでTWI溶接ソフトウェアが採用される

TWIはこのほど、マレーシアのパシールグダンに位置するMalaysia Marine and Heavy Engineering Sdn. Bhd. (MMHE) にて溶接ソフトウェアを実装しました。TWIのプロジェクト・エンジニアであるチェン・ファン・ウィー氏がMMHEでソフトウェアをインストールおよびセットアップした後、5週間におよぶトレーニングと実習コースを開催しました。

MMHEからの参加者の中でも特に中心となるモハマド・アリ・ハッサン氏 (プロジェクトQA/QCマネージャ)、ラママーシー・バスカー氏 (NDE主任技術者) が研修コースに参加しました。

MMHEは現在、TWI製のWelding Coordinator™およびNDTspec™ソフトウェアを使用してSabah Shell Petroleum Co. Ltd Gumusut-Kakap Semi FPSプロジェクトの溶接と品質管理を行っています。これらの各種プロジェクトに携わる全溶接士の資格管理にはWelderqual™ソフトウェアが使用されています。

MMHEは、本ソフトウェアによって製作の品質が高まることと、進捗状況と性能の即時報告が可能になることを想定しています。アリ・ハッサン氏は、「溶接情報の追跡も非常に簡単になるだろう」と述べています。

詳細については、チェン・ファン・ウィー ([chen.f.w@twisea.com](mailto:chen.f.w@twisea.com)) またはアンディ・ブライトモア ([andy.brightmore@twi.co.uk](mailto:andy.brightmore@twi.co.uk)) までお問い合わせください。



左から右へ:チェン・ファン・ウィー氏、モハマド・アリ・ハッサン氏、ラママーシー・バスカー氏

## Technology briefings 概要書

## テクノロジー・ブリーフィング

以下は新しいテクノロジー・ブリーフィングです。テクノロジー・ブリーフィングは、TWIの広範囲な研究開発プログラムの報告書を簡潔にまとめたもので、TWI/EWIのインダストリアル・メンバーだけに公開される機密情報です。

## 819/2005

自動車用途において1.6~2.0mm超強力鋼（UHS）の抵抗スポット溶接性を改善する技術

スティーヴ・シ、スティーヴ・ウェストゲート

## 目的

- 厚さ範囲1.6~2.0mmにおけるUHS鋼板に使用する抵抗スポット溶接スケジュールを向上・開発すること。
- 異種材料/ゲージ組合せにおけるUHS鋼材の溶接性と継手性能を試験すること。

## 結論

- 1.65mm厚TRIP700のスポット溶接の完全なプラグ破断、またはほぼ完全なプラグ破断の達成においてインプロセス焼もどしが有効。
- 1.65mm厚TRIP700を低炭素鋼（DP800およびLCS）に溶接する際、予熱を伴うベースライン溶接スケジュールは完全またはほとんど完全なプラグ破断を持つ溶接を作成。
- 溶接シーケンス時間を約0.2秒のみ増加したパルス溶接スケジュールによって、2.0mm厚DP800の溶接破断様式と溶接性能を改善。
- インプロセス焼戻しは1.8mm厚CP1000鋼スポット溶接の破断モードの改善に効果的であった。しかし、適切な設定範囲は狭いように思われ、シーケンス時間が大幅に増加された。

## 820/2005

アモルファスとnanocrystalline材料の高速度oxyfuel溶射皮膜の評価

メリッサ・ライリー

## 目的

- アモルファスとナノ結晶性粉末から調合されたHVOF皮膜を溶着し、特性を評価すること。
- 皮膜の腐食および摩耗性能を評価して、標準WC-Co-Cr HVOF皮膜と比較すること。

## 結論

- Nanosteel、LMC-C+™、およびLMC-M™を溶射したHVOF皮膜は、WC-Co-Cr HVOF溶射皮膜の代替として低コストで利用できる。
- LMC-M™皮膜は、乾燥砂/ラバーホイール摩耗試験においてWC-Co-Crと同様の性能を発揮する一方、LMC-C+™およびナノスチール皮膜は同様の性能を発揮しない。

## 821/2005

準静的および衝撃荷重下における6005A-T6アルミニウム合金押し出し材のMIG突合せ溶接の材料および構造挙動

グアン・ジョ、マイク・ジットス

## 目的

- 準静的および衝撃荷重下における6000シリーズアルミニウム合金押し出し材におけるMIG溶接継手の様々な部位について材料特性データを生成すること
- アルミニウム-シリコン（Al-Si）およびアルミニウム-マグネシウム（Al-Mg）充てん剤を使用して実施されたMIG溶接の材料および構造挙動を比較すること

## 結論

- 6005A-T6アルミニウム合金の6mm押し出し板におけるAl-Mg MIG溶接金属の特性は、Al-Si溶接金属に比べ、強度、延性および破壊靱性が優れていた。
- 6mm押し出し板のAl-Mg溶接金属は、準静的条件下で母材よりも優れた延性を示した。また、準静的荷重および衝撃荷重の両方の条件下において破壊靱性が改善された。母材の破壊靱性は、動的荷重下で増加した。
- 2種類の溶接においてHAZの特性は類似していた。さまざまな材料部位の中で、均一な塑性変形を最も維持できなかったのはHAZであった。この条件が母材より低い強度と組み合わせることで、HAZが最も破断し易い位置になる可能性がある。

## 822/2005

溶接構造用鋼材を対象とした出力領域4~7kWのYbファイバー・レーザ技術の初期性能評価

ハート・ヴェルハーゲ

## 目的

厚さ範囲が8~12.7mmの構造用鋼材の溶接における、出力領域4~7kWのYbファイバー・レーザの性能を評価すること

## 結論

- TWIに設置されている7kW Ybファイバー・レーザー・システムのレーザー出力とビーム品質を測定した結果、母材における出力は7kW以上、品質は17.7mm.mradから18.7mm.mrad間となり、技術要件の規定を十分満たしていた。
- 実施した溶接試行に基づき、4~7kWの出力領域のYbファイバー・レーザ技術を、突合せ継手およびT継手形状で厚さ8~12.7mmのC-Mn鋼材溶接に使用できた。
- 3または4kWのNd:YAGレーザーで溶接する際に使用したものと類似したセットアップを使用し、8および12.7mm厚のC-Mn鋼材の完全溶込みスクエアエツ

ジ突合せ溶接で、EN ISO 13919-1に従った厳しい溶接品質Bを達成することができた。

## 823/2005

### 産業用ロボット用オフラインプログラミング入門

#### ニック・スポング

##### 目的

オフラインプログラミング (OLP) の定義はさまざまであるものの、この研究の目的においては、プログラムをロボットコントローラにロードするまで実際の機械にアクセスする必要のない、工業用ロボットのプログラミングとして定義される。

##### 結論

- OLPは、ロボットプログラムの作成と最適化にとって価値ある技術となる可能性がある。OLPの恩恵は大規模な大量生産を行う製造企業に限定されない。ただ、中小企業がOLP活用のメリットを実現するためには、直面する可能性がある障壁と適用手法に取り組む必要がある。
- この報告書は、3年プログラムのうちの7ヶ月ステージに該当し、調査作業をさらに進める前に、テーマに関する重要な背景を提供している。

## 824/2005

### 一般金属工学材料の回転摩擦圧接のキャラクターゼーションとガイドライン

#### ディック・アンドリュースとキャサリン・ビーミッシュ

##### 目的

- 摩擦による熱の発生における周速度、加えられた力、材料軟化応答の間の関係を調査すること
- 一般に使用されている直径12.7mmの種々の被加工物において、連続駆動式回転摩擦圧接に有効な周速度のガイドラインを作成すること

##### 結論

- 鋼材の溶接に関して収集された周速度データは、Villの先駆的な研究と一致する。溶接時間が最小かつ平均熱発生が最大になる狭い速度帯が存在する。特定の速度を越えると熱発生は安定し、一定の適用圧力と摩擦寄り代に対して一定の溶接時間を提供する。
- 適用圧力を高くすると溶接時間が減少する。マシンの実用性を考慮すると、過度の圧力を選ぶことは望ましくない。
- 摩擦寄り代の距離は熱発生に影響を与えない。元のインターフェイスを取り除くとともに均一なフラッシュを生成するには、適切な摩擦寄り代が必要である。余分な摩擦寄り代は溶接を長引かせ、材料を多く費やすだけである。
- 一般に使用されている直径12.7mmの被加工物の範囲において、連続駆動式回転摩擦圧接に有効な周速度のガイドラインが作成された。

## 825/2005

### フリップチップボンディングの技術調査とアセンブリ評価

#### ダミアン・カークパトリック

##### 目的

- フリップチップの利用可能な技術と未来技術、電子デバイス・光デバイス・センサデバイスのバンピングとアセンブリの世界市場と用途について調査し、さまざまな技術のメリットとデメリットを特定し、バンピングビジネスの成熟度を評価すること。
- フリップチップはんだボンディングのアセンブリ工程について評価すること

##### 結論

- フリップチップの使用は、サイズ/重量がクリティカルで高周波/速度が必要な高I/O用途において今後も成長し続ける
- フリップチップ技術は、低インダクタンス、高実装密度、小さい実装フットプリントなど、他のコンポーネント実装形式にはないメリットを提供する
- KGD (Known Good Die) 問題により、FCiP (フリップチップインパッケージ) はおそらく最も高い成長を示すだろう
- 有望なフリップチップ・アセンブリ市場が確立されつつある
- 現在フリップチップの導入を制限している要因は、ラミネートの価格、工作機械コスト、信頼性が高くリワークが可能な充填材
- スピード機器と精度機器の間にトレードオフが存在する
- TWIは、はんだフリップチップバンプ形成の信頼性データ開発と低コスト工程を開発することで、メンバー企業にメリットをもたらすことができる

## 826/2005

### Clearweld®のモニタリング方法の評価

#### イアン・ジョーンズ、サム・ロスタミ、N ウーズナム (Gentex Corp)

##### 目的

Clearweldプロセスによって実施した溶接をモニタリングする方法の適合性を評価すること

##### 結論

- 継手の最上層に十分な透過性がある場合、レーザーがポリマーを溶かしている様子を見ることができ、可視光ビデオイメージングを使用することができる。
- 溶接形成と溶接位置を推定する方法として使用される溶接前後の赤外色素の分析には、近赤外線イメージングと分光測光法が適している。
- 継手部位では材料の赤外放射率は低く不確定であるため、従来の赤外線サーモグラフィ・メソッドはClearweldプロセスには適さない。

## EWF次期会長が決定

ティム・ジェソップ (TWIプロフェッショナル・アフエアーズ&認証担当アソシエイトディレクター) がヨーロッパ溶接連盟の次期会長に選ばれました。3年間の任期は2008年1月からスタートします。



ヨーロッパ溶接連盟 (EWF)はヨーロッパにおける溶接および接合の代表として活動しており、現時点で27ヶ国の溶接団体が会員となっています。EWFの役割は、溶接、接合、関連技術に関わる人員の教育と訓練を行うための調和したルール作りと、科学技術情報の交換を促進することです。

## アップグレードされたソフトウェアを配布中

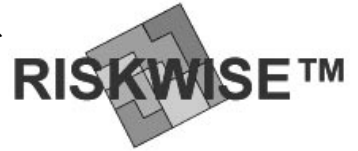
TWIのリスクベース検査 (RBI) ソフトウェア RISKWISE for Boilers™ は、発電所ボイラーまたは排熱回収ボイラオペレーターのために大幅に改良されました。

バージョン4.1は、RBI実施プロセスの効率だけでなく、範囲、一貫性、ユーザーフレンドリー度を改善する新しい実用的な特長をいくつかそなえています。主な新機能には以下のものがあります。

- 各々の機器品目について損傷機構を自動的に出力
- 「検査方式」および「検査機構」画面内の新しい入力フィールドが、各損傷機構について自動的に「検査の有効性」を判定
- 尤度因子または確率因子だけでなく安全と供給能力に与える影響が、「リスクファクター画面」上に、完全に自動化された方法で表示される (必要に応じてユーザー介入のオプション付き)
- 破損確率または尤度シーケンスの自動算定、そして残寿命インジケータ (RLI) を使用可能にするために、必要に応じて腐食評価を含むクリープ寿命モジュールを完全に統合
- サイクル寿命消費に作用されるコンポーネントの破損リスクとRLIを自動的に出力できるように、熱疲労寿命モジュールを追加
- 破損確率と経済的結果を、それぞれ破損率と、失われた金額またはメガワット/時を使用して量的に出力することが可能
- ベンチマークの目的から、1000基以上のボイラーを含む機器品目について破損率と失われたメガワット/時を提供するデータベース・ソフトウェアが組み込まれた。このソフトウェアは、NERC-GADS (North American Reliability Corporation - Generation Availability Data System) を使用する
- プラントシステム (SAP、Maximo、その他) でインタフェースプロトコルを使用しやすくするために、オプションのモジュールを使用可能

- 一時運転データのオンライン入力と分析ができるオプションのモジュールを使用可能。これによって、特に、予測外の操作の不調 (アップショックまたはダウンショック) に関して、運転中に集中的な検査と保守計画を行うことが可能になる。

RISKWISE for Boilers™  
Version 4.1の購入またはアップグレードを希望される場合、または詳細についてはriskwise@twi.co.ukまでお問い合わせください。



## 異種材料を接合する新規手法

異種材料の接合は、製造業、特に、軽量材料の使用により利点が得られる自動車部門で幅広い関心を集めているテーマです。マグネシウムやアルミニウム合金などの軽量材料は車体重量低下に貢献し、燃料効率向上と温室効果ガス排出削減に役立ちます。

マグネシウム合金とアルミニウム合金間を融接すると、望ましくない脆い金属間化合物が生成され、溶接品質が制限されることとなります。このことから、このような異種軽量材料の接合について、既存の技術を改善するとともに新しい手法を開発しようとする動きがあります。異種軽量材料接合のための新たな手法を開発するための第一段階が、TWIのレーザー&シートプロセスグループによって完了されました。

この研究は、同じ材料の2枚のシートを溶接し、もう1つの材料をこの2つのシートの上にインターロックすることで達成されました。

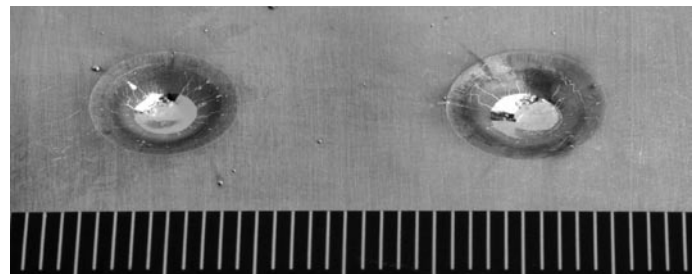
TWIの試験では、マグネシウム板に複数の穴を機械加工した後、2枚のアルミ板ではさみました。

3kWのNd:YAGレーザーを使用して、マグネシウム板の穴の真上の位置でアルミ薄板に1mmのレーザースポットを当てることで、スポット溶接が行われました。レーザービームは2枚のアルミ板を融合させ、中央のマグネシウム板は上下の板の間にインターロックされます。

結果として作られた継手については引張試験が行われ、継手のうち優秀なものはAl/Al溶接の70%のせん断応力を達成しました。この分野におけるさらなる研究は、写真に示されている典型的なトップビードの沈下を避けるために、溶加材を使用して継手の強度を向上することを目指しています。

機械的継手の形成にレーザー加工を使用することには将来性があり、コンポーネントおよび自動車の軽量化のための低価格接合競争において貴重な武器となる可能性があります。この手法はアルミニウム/マグネシウムに限定されず、異種材料のどのような組み合わせにも適用することができます。

詳しくは、スティーヴ・シ (steve.shi@twi.co.uk) までお問い合わせください。



## 摩擦攪拌溶接の新技术

摩擦攪拌溶接 (FSW) に固有の特長は、溶接の終了時にツールの引き抜きによる出口穴ができることです。

多くのコンポーネントはこの出口穴を許容することができないため、この特徴を除去するための数多くの技術が開発されることになりました。ツールがコンポーネントの端部を越えてエンドタブに到達できれば、エンドタブをうまく使用することができます。ただ、周溶接、リッド・シーリング、またはひび割れ補修のケースのように、コンポーネントの形状が原因でこの方法を達成できないことがよくあります。

さらに複雑なソリューションは、溶接の終了点近くで肩部が接触した状態のままプローブを引っ込めることができる2ピース・ツールを使用するものです。この動作を生じるために必要な機器は高価であり、既存のFSW機械への統合が必ずしも簡単ではない上、一部のプローブ設計には適合しません。このため、TWIは被加工物から出口穴をなくすための効果的な手法として、シンプルなランプを開発しました。

摩擦攪拌溶接には、いろいろな制御方法が使用可能です。力制御は溶接加圧力を監視・記録するためにフィードバック・センサを使用します。そして、この情報がツールのプランジ深さを調整する統制システムに供給され、プログラムされた加圧力が維持されます。これにより、ツールの肩部は被加工物の表面と接触した状態を保ちながら、材料厚の変化に対応できます。

溶接終端部で被加工物にしっかりと固定されたランプと加圧力制御を一緒に使用することで、プローブ深さが完全に被加工物から外れるまでツールがランプの角度に沿って動くことができます。これを実施するために、位置情報をマシンにプログラミングする必要は一切ありません。ランプは被加工物から切削除去され、出口穴の形跡は一切残りません。

アルミニウム合金に選ばれた複数のランプ角を使用して準備的試験が行われ、本技術が非常に有効であることを示しました。図の写真は、溶接前と後のランプを示しています。ランプ角度は5度で、長さ4mmのツールプローブの先端が、ランプの終端で被加工物の上部表面から2mm上昇しています。

ステンレス鋼のパッチ溶接や割れ補修に試行することで引き抜き速度の限界を判定するための研究は現在進行中であり、これらの最初の用途として当技術は有望です。

初期試験ではアルミニウムとスチール材料が使用され、本概念の有効性が証明されました。現在、ニッケルとチタンなどのその他の高温材料で研究が続けられています。セルフ・エクストラクティング・ピン技術または摩擦攪拌溶接プロセスに関して詳しくは、ジョナサン・ペレット (jonathan.perrett@twi.co.uk) までメールでお問い合わせいただくか、TWIのウェブサイト [www.twi.co.uk](http://www.twi.co.uk) をご参照ください。

## 複合材料研究が革新的な用途を刺激

複合材料は、機械的強度の高さ、電気絶縁性、耐食性、使いやすさなど数多くの理由から、業界で人気を得ています。

複合材料サンドイッチパネルは、個別の材料を接着してボードまたはパネルを形成することにより作られており、一般的にコア材を2枚の外部スキン材の間に挟むことで構成されています。一部のケースでは複数のコア材を使用して、スキン材を外部スキン材の間に入れる場合もあります。

現在、ほとんどの産業部門は追加の機能を取り入れることによって自社製品を改善する方法を探しており、さらなる価値を付加することが求められています。

TWIは、複合材料サンドイッチパネルに燃料電池を内蔵してパネルを形成することで、その中の構造に電気を供給できるメカニズムを開発しました (特許申請中、PCT特許出願公告番号WO2007036705)。

このアプローチは、プロトン交換膜燃料電池 (PEMFCs) をラミネートまたはサンドイッチ構造と組み合わせる現在の手法に伴う数多くの弱点、たとえば、複雑なハウジング設計の必要性を排除できます。PEMFCをサンドイッチ構造に統合することで、スタック組み立ての際の燃料電池機能の損傷または損失を防ぐことができます。また、複雑な流動場プレートを作成することが可能となり、複合材積層板内に特別に機械加工された溝により電極への順調な気体輸送を達成することができます。

TWIは、燃料電池と複合材料分野における接合技術を革新してきた長い歴史を持っています。そして今、この技術を市場に出すためのパートナーを求めています。初期フィージビリティスタディーは、複合材料に埋め込まれた非常にシンプルな単一デバイスが1.5ボルト電池と同等の電力を提供できることを示しました。

詳細について、または関心を表明するにはポール・バーリング (paul.burling@twi.co.uk) までお問い合わせください。



## 静止肩部FSW - SSFSW

TWIは、非回転肩部または静止肩部を取り入れた新タイプのFSW法を使用することで、Ti合金の溶接において最近目覚ましい進歩を遂げました。従来の摩擦攪拌溶接では、肩部とピンは通常一続きの材料から作成されるため、同じ速度で回転します。材料の塑性流動や材料周辺の加熱の制限など、肩部はさまざまな役割を果たします。

このアプローチは多くの状況に適していることが明らかになっています。ただし、Ti合金のFSWの用途に関してTWIが行った研究の結果、低い熱伝導率を持つ材料についてはこのアプローチが困難になる場合があることが明らかになりました。特に、従来のツールは材料の厚みを通して熱プロファイルを制御することに問題があるため、Ti合金の溶接に使用することは困難であることが証明されています。

画期的な静止肩部摩擦攪拌溶接 (SSFSW) は、回転するピンとスライドする肩部を使用します。このため、肩部は材料の塑性流動を効果的に制限し、付加的加熱を発生させません。これにより、ピンのデザインを通して熱の分布をより効果的に制御することができます。溶接ヘッドを囲むように固定された専用のエンクロージャは不活性ガスで満たされており、溶接中の溶接部位を保護します。

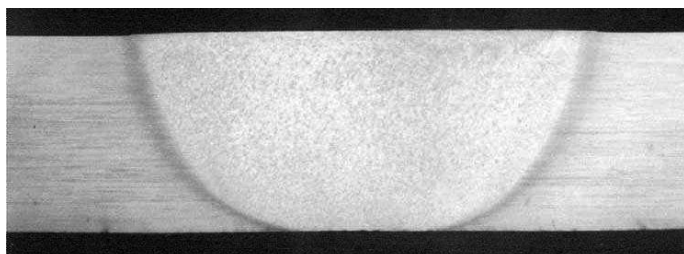
SSFSWアプローチの主要なメリットは以下のとおりです。

- SSFSWプロセスにより生成される熱は、材料の厚み全体にわたり均一に分布される。
- 溶接表面が経験する熱サイクルが従来のFSWと比較して低下する。
- 断面積の減少のない非常になめらかな溶接面を達成可能。
- プロセス入熱の精密な制御と管理が可能であり、結果として安定かつ一定した溶接技術が得られる。
- 溶接ゾーン内における極度に熱い領域や極度に冷たい領域を除去することによって、工具摩耗を軽減することが可能。

6.35mm厚のTi-6Al-4V材料のSSFSW継手の典型的な切断面が図示されています。

SSFSW法を使用した高温材料の接合についての特許申請が、TWIによって提出されました。

TWIはグループスポンサー・プロジェクト (GSP) 「チタン合金接合向けの静止肩部摩擦攪拌溶接 (SSFSW)」を通して引き続きこの開発を進めています。このプロジェクトの詳細については、TWIのディック・アンドリュ



## TWIはClearweld® 技術の特許抗弁に成功

4年間の書面による法的論争と技術的論争、ミュンヘンの欧州特許庁 (EPO) での丸一日に及ぶ口頭審問の結果、TWI側に有利な裁定が下り、Clearweldプロセスの欧州特許EP1117502が回復されました。

本特許は、レーザー・プラスチック溶接における放射線吸収物質の使用を請求しています。4年前、ヨーロッパで取得した特許に対して8つの組織が異議を申し立て、2005年2月の審理の後、特許が取り消されました。TWIはライセンスであるGentexのサポートを得てEPOに不服を申し立てました。

法的手続きを開始した結果、2007年末にEPOにて終日に及ぶ審理が行われました。審理では、3人で構成される審判委員の前で、異議申立人の弁護士と技術代理を相手に技術および法的事実の集中的な議論が行われました。

審判委員は本件についてTWIに全面的に有利な裁定を下し、特許を完全に回復しました。この圧倒的勝利は、Gill, Jennings & Every弁護士事務所、ライセンスであるGentex社、TWIチーム、特にローラ・バレット、イアン・ジョーンズ、マークス・ワーウィックの努力のたまものです。

上記またはTWIが特許を取得したその他の技術革新については、[laura.barrett@twi.co.uk](mailto:laura.barrett@twi.co.uk)までお問い合わせください。

材料接合技術の世界有数の研究所、TWIが年2回発行する刊行物

当ニュースレターの部数追加をご希望の方は、TWIのメンバーシップ部門までご請求ください。

編集者:ペニー・エドモンドソン

技術およびメンバーシップに関するお問い合わせ:

Graham Wylde (グラハム・ワイルド),  
TWI, Granta Park, Great Abington,  
Cambridge CB21 6AL, UK

E-mail:[graham.wylde@twi.co.uk](mailto:graham.wylde@twi.co.uk)

有限会社ドッドウェル

Tetsuo Fukuda (フクダ・テツコ)

郵便番号110

東京都台東区北上野1-12-4

シティアドバンス901

Tel:03 5826 7375 Fax:03 5826 7374

E-mail:[dodwell@dl.dion.ne.jp](mailto:dodwell@dl.dion.ne.jp)

写真撮影: TWIフォトグラフィック&ビデオ部門

翻訳: Midland Technical Translations Ltd

発行者: TWI Ltd, Granta Park, Great Abington,  
Cambridge CB21 6AL, UK

電話番号: +44 (0)1223 899000

Fax: +44 (0)1223 892588

E-mail: [twi@twi.co.uk](mailto:twi@twi.co.uk)

ウェブサイト: [www.twi.co.uk](http://www.twi.co.uk)

© copyright TWI Ltd 2008

記事の転載にはTWIからの許可が必要です。電子メディアへの保存を禁じます。